

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2014 sampai November 2014 di Laboratorium Pemodelan Fisika dan Laboratorium Elektronika Dasar Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

B. Alat dan Bahan

1. Alat

Alat - alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

a. Catu Daya

Pada rancang bangun ini menggunakan alat yang menggunakan arus DC sebagai suplai tegangan.

b. Multimeter

Alat ukur multi fungsi yang digunakan untuk mengukur arus (A), tegangan AC dan DC, resistansi dan mengecek komponen elektronika.

c. Solder listrik

Alat pemanas timah yang berfungsi untuk menghubungkan kaki komponen dengan papan PCB.

d. Sedotan timah

Alat penyedot timah ketika terjadi kesalahan saat penyolderan.

e. Tool Set

Perkakas elektronika seperti gunting, gergaji, dll.

2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

a. Printed Circuit Board (PCB) berfungsi sebagai tempat meletakkan komponen alat elektronika yang akan dirangkai.

b. Fotodiode

Sensor optik yang berfungsi sebagai penerima (receiver) terhadap sumber cahaya.

c. LED

Piranti elektronik yang berfungsi sebagai transmitter.

d. Mikrokontroler ATmega8535

Mikrokontroler ini digunakan untuk merekam dan mengolah data yang dihasilkan oleh sensor cahaya fotodiode yang datanya kemudian ditampilkan ke dalam layar LCD.

e. Komponen-komponen elektronika seperti resistor, kapasitor dan transistor.

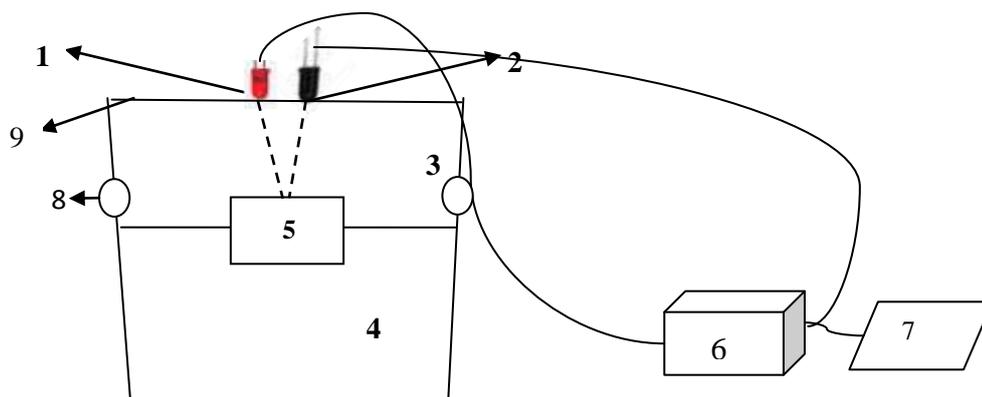
f. Balok kayu mahoni dengan dimensi $(10 \times 8 \times 5) \text{ cm}^3$ sebagai benda apungan.

C. Prosedur Penelitian

Adapun prosedur penelitian yang dilakukan pada penelitian ini terdiri dari tahap perancangan perangkat keras dan perancangan software.

1. Perancangan Hardware atau Perangkat Keras

Perancangan alat ukur massa jenis zat cair berdasarkan hukum Archimedes ini menggunakan sensor fotodioda dan LED. LED pada alat ini berfungsi sebagai sumber cahaya yang kemudian cahaya tersebut diserap oleh sensor fotodioda untuk diubah menjadi besaran elektrik. Keluaran sensor diolah oleh mikrokontroler yang hasilnya berupa massa jenis (ρ) dan ditampilkan pada layar LCD. Perancangan lengkap alat dapat dilihat pada Gambar 3.1.



keterangan.

- | | |
|--------------------|------------------------------------|
| 1. LED; | 5. Benda mengapung (Kayu Mahoni); |
| 2. Fotodioda; | 6. Mikrokontroler; |
| 3. Wadah Zat Cair; | 7. LCD; |
| 4. Zat Cair; | 8. Lubang Kontrol Volume Fluida |
| 9. Penutup | |

Gambar 3.1 Rancangan sistem mekanik alat ukur massa jenis zat cair menggunakan prinsip Archimedes dan sensor fotodioda

Gambar 3,1 merupakan rancangan sistem mekanik alat ukur massa jenis zat cair pada penelitian ini beserta keterangannya. Batasan yang digunakan untuk pengukuran massa jenis zat cair ini, untuk volume zat cair adalah 500 mL dan level ketinggian zat cair pada saat balok kayu mahoni dimasukkan ke dalam wadah konstan yaitu 5 cm. Prinsip kerja dari alat ini yaitu ketika zat cair diletakkan pada wadah akan mengakibatkan benda apung (balok kayu mahoni) yang diletakkan kedalam zat cair mengalami perubahan ketinggian. Balok kayu mahoni memiliki dimensi $(10 \times 8 \times 5) \text{ cm}^3$ dan massa sebesar 238 gram dan memiliki massa jenis sebesar $0,595 \text{ gr/cm}^3$. Gambar 3.2 merupakan balok kayu mahoni yang kami gunakan pada penelitian ini.



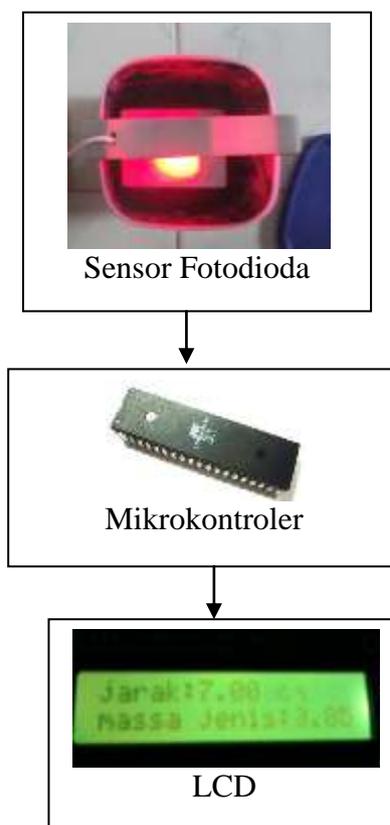
Gambar 3.2 Balok kayu mahoni (a) real ukuran balok kayu dengan menggunakan koin sebagai skala pembanding

Ketika zat cair diletakkan di dalam wadah, mengakibatkan perubahan kenaikan benda apung yang tercelup sehingga terjadi perubahan jarak antara sensor terhadap benda apung yang dicelupkan kedalam zat cair. Hal itu juga berpengaruh pada intensitas yang diserap oleh fotodiode pada LED. Semakin dekat jarak sensor terhadap benda maka semakin besar intensitas yang diserap, sehingga terjadi perubahan resistansi yang dihasilkan berakibat pada perubahan nilai tegangan. Semakin dekat jarak sensor

dengan benda apung maka semakin kecil nilai resistansi dan semakin besar nilai tegangan yang dihasilkan. Tegangan yang dihasilkan kemudian diproses pada mikrokontroler ATmega 8535 yang selanjutnya akan dikonversi digital oleh ADC. Selanjutnya, pada mikrokontroler dilakukan perhitungan dan kemudian akan menampilkan hasil massa jenis pada layar LCD.

a. Blok diagram penelitian

Diagram blok penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Blok diagram penelitian

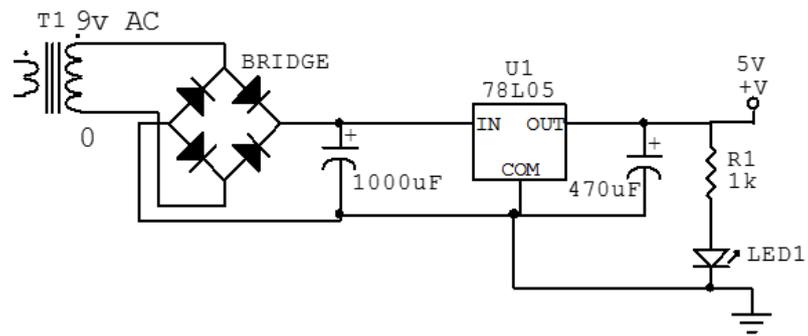
Secara keseluruhan alat ini merupakan alat ukur massa jenis zat cair dengan menggunakan sensor optik dan mikrokontroler ATmega 8535 sebagai

sistem akuisisi data serta menampilkan nilai massa jenis dengan tampilan LCD. Sinyal keluaran dari fotodiode selanjutnya masuk ke dalam ADC internal yang berada pada mikrokontroler ATmega 8535. Pada alat ini digunakan sensor optik berupa fotodiode sebagai *receiver* dan LED sebagai *transmitter*. Fotodiode bertindak sebagai sensor pendeteksi perubahan ketinggian benda yang tercelup berdasarkan intensitas cahaya dan LED sebagai variabel fisis input yang menghasilkan intensitas cahaya serta mikrokontroler ATmega 8535 sebagai komponen utama akuisisi data.

Tegangan yang dihasilkan oleh sensor kemudian diubah menjadi sinyal data digital oleh ADC yang terdapat pada mikrokontroler ATmega8535. Sinyal atau keluaran dari sensor yang diterima oleh mikrokontroler diolah dan ditampilkan ke LCD.

b. Rangkaian Catu Daya

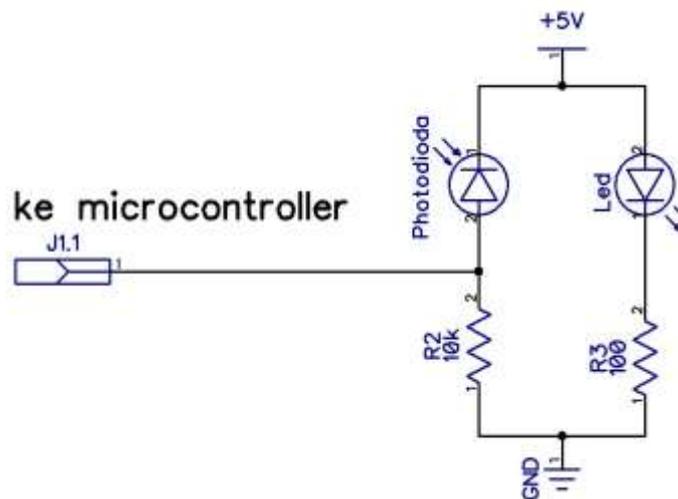
Pada penelitian ini digunakan arus DC sebesar 7 V yang bersumber dari baterai. Rangkaian catu daya ini berfungsi memberikan tegangan 5 Volt ke rangkaian mikrokontroler dan juga rangkaian sensor (LED dan fotodiode). Rangkaian catu daya ini terdiri dari baterai 7 Volt yang berfungsi sebagai sumber tegangan, kemudian diberi IC LM7805 untuk mengubah tegangan menjadi 5 Volt DC dan kapasitor sebagai penyimpan muatan sementara. Rangkaian catu daya yang digunakan pada penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Rangkaian catu daya.

c. Rangkaian Pengkondisi Sinyal Sensor Fotodioda

Sensor yang digunakan pada penelitian ini adalah sensor fotodioda dengan LED. LED berfungsi sebagai sumber cahaya dan fotodioda sebagai sensor yang mengubah cahaya menjadi besaran elektrik. Rangkaian dari sensor ditunjukkan pada Gambar 3.5.

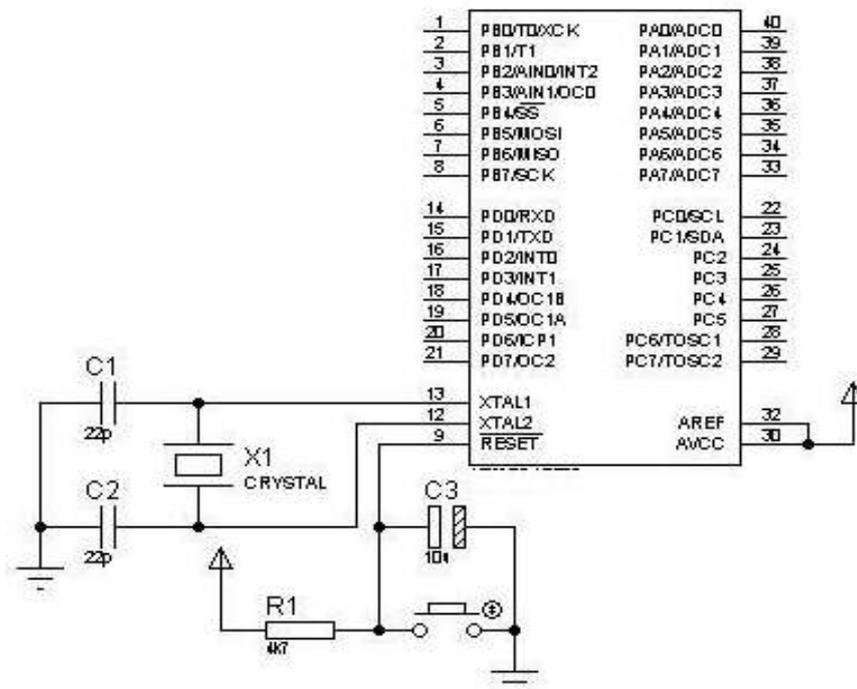


Gambar 3.5. Rangkaian sensor fotodioda

d. Rangkaian Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan pusat kendali pada pembuatan alat ini. Mikrokontroler yang digunakan pada penelitian ini adalah mikrokontroler

ATMega8535. Pada pembuatan alat ini digunakan mikrokontroler ATMega 8535 sebagai sistem akuisisi data atau tempat proses perhitungan. Mikrokontroler ini memiliki ADC yang telah terintegrasi di dalamnya sehingga masukan dari sensor tidak memerlukan rangkaian tambahan untuk mengkonversi besaran analog ke bentuk digital. Pada pembuatan alat ini digunakan port A.7 sebagai tegangan input ke mikrokontroler. Berikut sistem minimum mikrokontroler ditunjukkan pada Gambar 3.6.

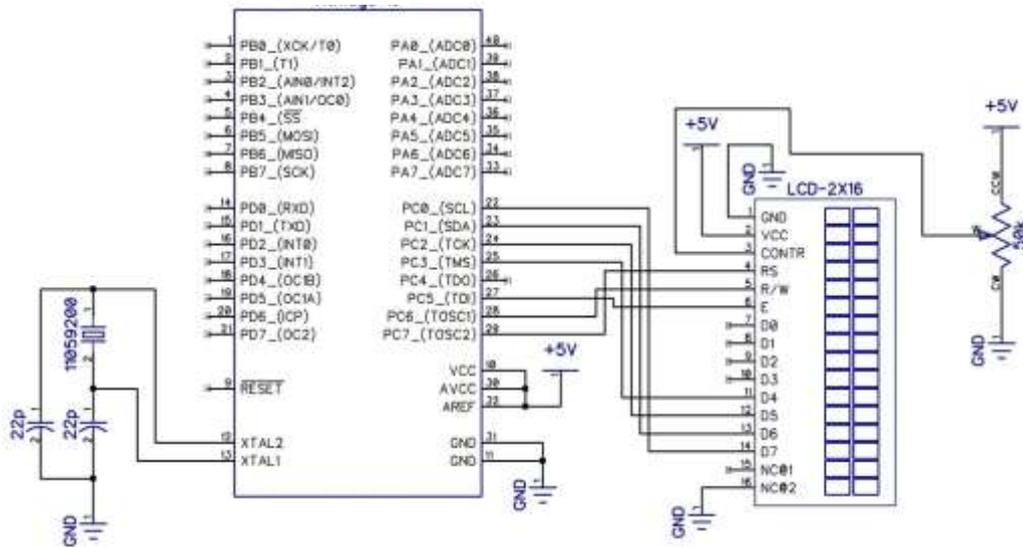


Gambar 3.6. Rangkaian sistem minimum mikrokontroler.

e. Rangkaian LCD

LCD merupakan bagian dari peralatan elektronika output alat ukur massa jenis zat cair yang berfungsi sebagai sistem monitoring suatu proses atau kejadian. Jika seluruh proses sudah dikerjakan, maka mikroprosesor ATMega 8535 akan mengirimkan informasi mengenai

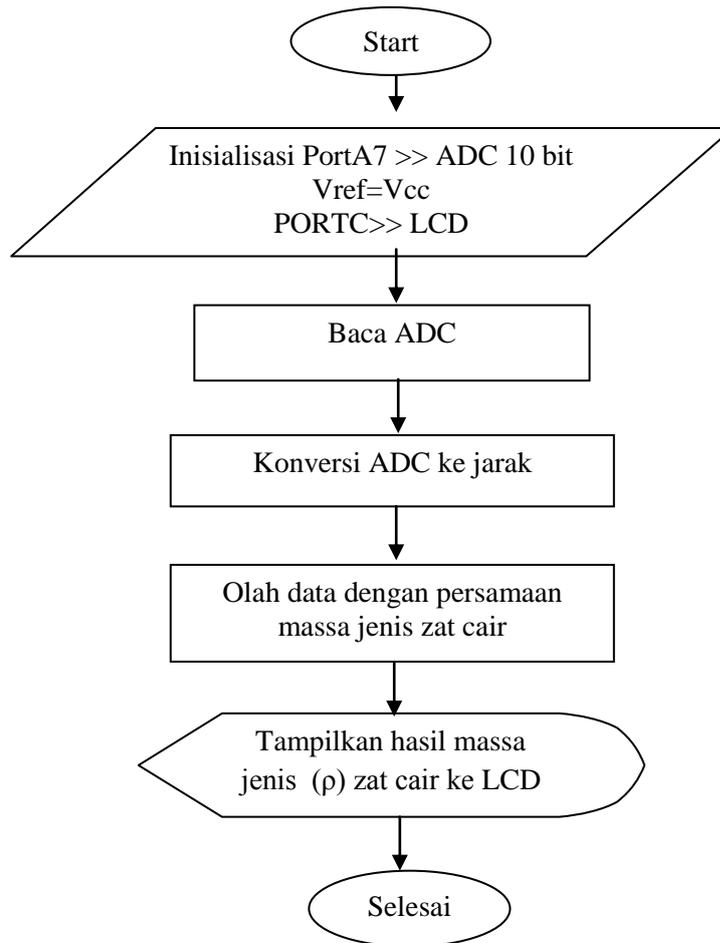
data yang dihasilkan pada LCD. Rangkain LCD ditunjukkan pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Rangkaian LCD

2. Perancangan Software

Agar mikrokontroler dapat menerima sinyal keluaran dari sensor maka diperlukan pemrograman untuk dapat mengolah data sensor tersebut. Pada penelitian ini digunakan bahasa pemrograman untuk mengolah data keluaran tersebut yaitu bahasa basic dengan program Bahasa C untuk mengompil ke file hex. Gambar 3.8 adalah flow chart dari program yang kami gunakan.



Gambar 3.8 *Flow chart* program alat ukur massa jenis zat cair menggunakan sensor fotodiode

3. Rancangan Data Pengamatan

Data penelitian yang diperlukan adalah data karakteristik dari sensor fotodiode dan data dari output massa jenis yang dihasilkan oleh alat.

a. Data Karakteristik Sensor

Pada alat ukur ini digunakan LED sebagai *transmitter* cahaya dan sensor fotodiode sebagai *receiver*. Sensor fotodiode dihubungkan dengan catudaya. Fotodiode di letakkan simetris dengan LED sehingga ketika benda terapung dimasukkan ke dalam zat cair, cahaya yang dipancarkan

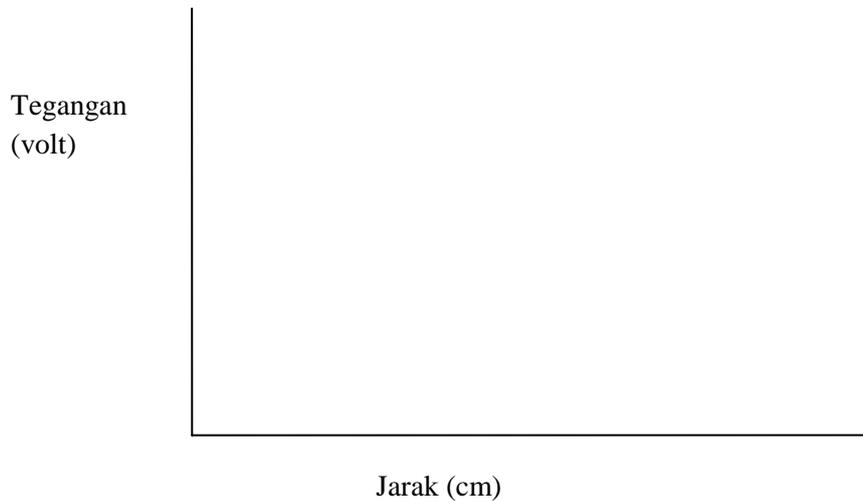
oleh LED akan terpantul saat mengenai benda dan pantulan cahaya tersebut dideteksi oleh fotodiode. Hal ini mengakibatkan perubahan jarak antara LED dan fotodiode dan berpengaruh juga pada intensitas cahaya yang diterima fotodiode sehingga menyebabkan terjadinya perubahan nilai resistansi.

Selanjutnya dilakukan pengujian sensor untuk melihat kelinieran sensor dalam mengubah besaran jarak ke besaran elektrik. Hasil pengujian sensor dilampirkan pada Tabel 3.1. Grafik hubungan antara jarak dan tegangan keluaran yang dihasilkan oleh sensor yang ditunjukkan pada Gambar 3.9.

Tabel 3.1 Data Karakteristik Sensor

No	Jarak (cm)	Tegangan (V)
1	1,0	
2	1,2	
3	1,4	
4	1,6	
5	1,8	
6	2,0	
7	2,2	
8	2,4	
9	2,6	
10	2,8	
11	3,0	
12	3,2	
13	3,4	
14	3,6	
15	3,8	
16	4,0	
17	s/d	
18	9,0	

Dari Tabel 3.1 diperoleh grafik hubungan antara jarak dan tegangan keluaran yang dihasilkan oleh sensor yang ditunjukkan pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Grafik hubungan antara jarak dan tegangan keluaran

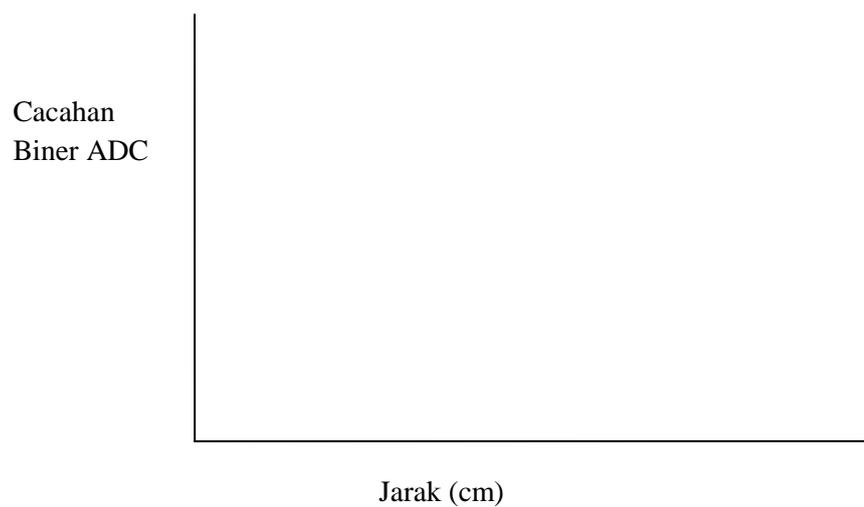
b. Data Karakteristik Cacahan Biner ADC terhadap Jarak

Setelah pengujian karakteristik sensor berdasarkan hubungan kelinieran jarak terhadap tegangan dilakukan, langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian karakteristik sensor terhadap perubahan jarak dan keluaran cacahan biner ADC. Tabel 3.2 merupakan rancangan pengambilan data karakteristik cacahan biner ADC terhadap jarak.

Tabel 3.2 Data Karakteristik Perubahan Jarak Terhadap Cacahan Biner ADC

No	Jarak (cm)	Cacahan biner ADC
1	1,0	
2	1,2	
3	1,4	
4	1,6	
5	1,8	
6	2,0	
7	2,2	
8	2,4	
9	2,6	
10	2,8	
11	3,0	
12	3,2	
13	3,4	
14	3,6	
15	3,8	
16	4,0	
17	s/d	
18	9,0	

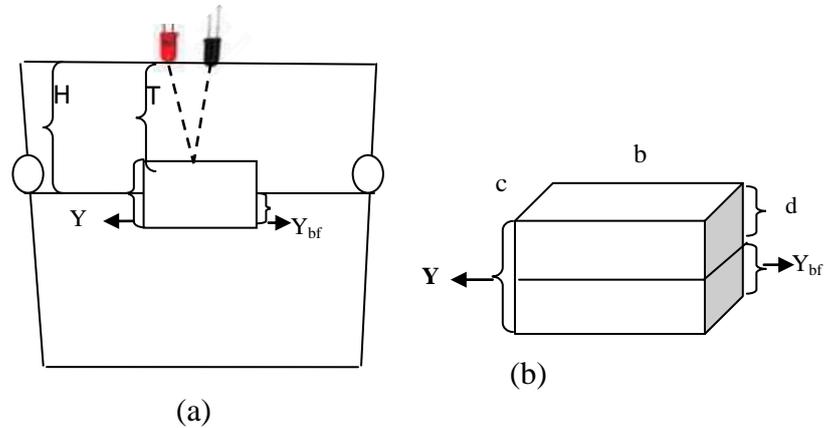
Dari data yang diperoleh, dibuat grafik hubungan antara jarak dan cacahan biner ADC seperti Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Grafik hubungan antara jarak dan cacahan biner ADC

c. Mengukur Volume Apungan Benda Tercelup

Sketsa gambar sistem apungan dan sensor fotodiode pada wadah penampung zat cair ditunjukkan pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 (a) Menghitung massa jenis zat cair dengan sensor fotodiode, (b) Benda yang terapung dalam fluida

Berdasarkan Gambar 3.11, volume bagian apungan benda yang tercelup (V_{bf}) diperoleh sebagai berikut.

$$Y_{bf} = Y + T - H \quad (3.1)$$

$$d = H - T \quad (3.2)$$

$$V_{bf} = Y_{bf} \cdot b \cdot c \quad (3.3)$$

keterangan

V_{bf} = Volume bagian benda apung yang tercelup ke dalam zat cair;

Y_{bf} = Tinggi benda yang tercelup dalam zat cair;

Y = Tinggi benda total (konstan);

H = Jarak dari penutup ke zat cair (konstan);

d = Tinggi bagian benda apung yang muncul dipermukaan zat cair;

b = panjang benda apung;

c = lebar benda apung.

d. Pengujian Alat

Setelah alat selesai dirangkai, maka langkah selanjutnya yaitu menguji alat yang telah direalisasikan. Sebelum alat ukur massa jenis ini digunakan, diperlukan kalibrasi untuk mengetahui keakuratan dari alat. Cara pengkalibrasian alat ukur massa jenis ini dengan cara mengukur massa jenis salah satu sampel zat cair yaitu oli dengan cara mengukur massa dan volume dari zat cair lalu membagi massa dengan volume zat cair. Kalibrasi alat ini menggunakan zat cair yaitu oli Yamalube SA-40.

Data pengujian alat selanjutnya dibandingkan dengan data pengukuran nilai massa jenis menggunakan perhitungan. Data tersebut disajikan dalam bentuk tabel seperti pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Hasil Perbandingan Nilai Massa Jenis Menggunakan Perhitungan dan Alat

No	Zat Cair	$\rho_{ukur manual}$	ρ_{alat}
1	Minyak Goreng Merk A		
2	Minyak Tanah		
3	Air		
4	Oli Merk B		